

# BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 23 FEB 2004

WIPO

PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:**

102 52 823.3 ✓

**Anmeldetag:**

13. November 2002 ✓

**Anmelder/Inhaber:**

BIOTEC Biologische Naturverpackungen  
GmbH & Co KG, Emmerich/DE

**Bezeichnung:**

Filterelement

**IPC:**

A 24 D, B 29 C, B 01 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 06. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Kehle

12. Nov. 2002

BIOTEC Biologische Naturverpackungen  
GmbH & Co. KG  
U. Z. G2862 DE

VOSSIUS & PARTNER  
PATENTANWÄLTE  
SIEBERTSTR. 4  
81675 MÜNCHEN

### Filterelement

Die Erfindung betrifft ein Filterelement mit einem biologisch abbaubaren Filtermaterial vorwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen zur Verwendung insbesondere als zylindrische Tabakrauchfilter von Zigaretten, Zigarren oder Pfeifen sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Raucherartikel wie z. B. Zigaretten haben eine zylindrische Form, in der das rauchbare Tabakmaterial in geschreddeter Form von einer Hülle aus Papier umgeben ist. Überwiegend besitzen diese Zigaretten an einem Ende einen Filter, der mit der Zigarette durch eine Banderole verbunden ist. Filterelemente und Zigarettenfilter sind in der Literatur umfangreich als Filtertow beschrieben. Für die Herstellung von Zigarettenfiltern wird üblicherweise ein Fasermaterial aus den Werkstoffen Cellulose-2,5-Acetat oder Polypropylen verwendet. Zur Entfernung von im Tabakrauch enthaltenen Toxinen ist ferner die Verwendung von Aktivkohle bekannt. Gemäß bekannten Verfahren wird Cellulose-Acetat-Fasermaterial im wesentlichen nach dem Düsenpinnverfahren hergestellt. Aus den Cellulose-Acetat-Filamenten und/oder aus Cellulose-Acetat-Spinnfasern, die gekräuselt bzw. stauchkammergekräuselt sind, werden die Filtertows zunächst als Filterstäbe hergestellt, indem das gekräuselte Band gestreckt, im Volumen vergrößert und in einer Formatiereinrichtung auf die gewünschte Dimension gebracht und mit Papier umwickelt wird. Die Cellulose-2,5-Acetat-Rohstoffe werden üblicherweise mit Glycerinacetat als Weichmacher komponentiert, welches nicht unproblematisch im Tabakrauch enthalten ist.

Aus der EP 861 036 ist ein Verfahren zur Herstellung von biologisch abbaubarem Filtermaterial aus nachwachsenden Rohstoffen zur Verwendung als Tabakrauchfilterelement von Zigaretten, Zigarren oder Pfeifen bekannt, wobei ein Filtertow bzw. Filtermaterial aus Fasern und Filamenten aus Biopolymeren auf Basis von thermoplastischer Stärke und deren Polymermischungen hergestellt wird. Filtermaterialien werden bestimmungsgemäß eingesetzt, um Toxine aus dem Tabakrauch zurückzuhalten. Es hat sich jedoch

herausgestellt, dass an der Schnittfläche der Filter von Zigaretten lose, mit bloßem Auge für den Verbraucher nicht ohne Weiteres erkennbare Bestandteile von Filtermaterialien auftreten. Hierbei handelt es sich um Fragmente der in den Zigarettenfiltern meist verwendeten Cellulose-Acetat-Fasern und bei Zigaretten mit Aktivkohlefiltern um Kohlepartikel. Anteile dieser losen Filterbestandteile werden beim Ziehen an den Zigaretten freigesetzt. Beispielsweise können beim Rauchen von Zigaretten, die aktivkohlehaltige Filter aufweisen, Kohlepartikel, die mit Tabakrauch-Toxinen befrachtet sein können, freigesetzt werden. Ferner können sich z. B. beim Zuschnitt der Filter Fasern oder Faserbestandteile lösen. Durch die beschriebenen Filterdefekte beim Zigarettenrauchen kann es zur Inhalation und zum Schlucken von Filterfasern und/oder -partikeln, die mit Toxinen aus dem Tabakrauch beschichtet sind, kommen. Es besteht deshalb zumindest der Verdacht, dass durch die Freisetzung von Filterbestandteilen ein zusätzliches gesundheitliches Risiko zu dem durch das Zigarettenrauchen an sich bereits bedingten beträchtlichen gesundheitlichen Risiko hinzukommt (vgl. "Freisetzung von Celluloseacetatfasern und Kohlepartikeln aus Zigarettenfiltern", Stellungnahme des Bundesministers für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin vom 04. Juni 2002).

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Filtertow bzw. ein Filtermaterial zur Herstellung von Filtern für Raucherwaren bereitzustellen, bei dem gesundheitliche Risiken, die sich aus der Freisetzung von Filterbestandteilen und der äußeren Kontamination von Zigaretten mit Filterbestandteilen ergeben, vermieden oder zumindest verringert werden.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der Patentansprüche gelöst.

Bei der Lösung dieser Aufgabe geht die Erfindung von dem Grundgedanken aus, ein Filterelement aus einem Stärkewerkstoff und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis sowie gegebenenfalls Aktivkohle herzustellen, wobei in dem Filterelement Poren und/oder Filterkanäle vorgesehen sind. Das Filterelement kann ein Filtermaterial aus Stärkeschaum, Stärkopolymerfasern oder aus biopolymeren Folien und gegebenenfalls eingelagerte Aktivkohleschichten enthalten. Derartigen Filtermaterialien gegebenenfalls anhaftende oder beim Rauchen freigesetzte Filterpartikel können in einer Umgebung mit entsprechendem Feuchtigkeitsgehalt gelöst werden. Sie kommen für die eingangs diskutierten

gesundheitsschädigenden Wirkungen nicht in Betracht. Die Aktivkohle kann als Pulver oder Granulat vorliegen und auf verschiedene Art und Weise in dem Filtermaterial aus Stärke und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis vorliegen. Die Stärke kann beispielsweise aufgeschäumt sein und ein Trägermaterial für die Aktivkohle bilden. Die Aktivkohle kann auf einem aufgeschäumten Filtermaterial aus Stärkewerkstoff aufgesprüht oder als Zwischenschicht eingelagert sein. Der Stärkewerkstoff kann flächig ausgebildet sein (z.B. als geschäumte Platte) oder zu einem endlosen Rundfilterstab geschäumt sein und in entsprechend geformte Abschnitte zerschnitten sein. In das Filterelement können Naturfasern, wie Cellulosefasern, Hanf oder Baumwollfasern in einer Menge von ca. 5 Volumen- % eingelagert sein.

Zur Herstellung von erfindungsgemäßen Filterelementen, wie Rundfilterstäben wird auf zerschnittene Stärkeschaumabschnitte eine Aktivkohleschicht aufgetragen, zum Beispiel als Pulver aufgesprüht, oder auf andere Art und Weise zwischen Stärkeschaumabschnitte gebracht oder an diesen angeordnet. Die so zusammengefügt und miteinander verbundenen Schichten aus Stärkeschaumabschnitten und Aktivkohle werden mit einer Folie umhüllt oder einer anderen geeigneten Hülle versehen. Der Rundfilterstab weist dann stapelweise, d.h. wechselweise quer zum Gasstrom angeordnete Scheiben bzw. Schichten aus Stärkeschaum und Aktivkohle auf. Mit der Anordnung, Dicke, Porosität oder anderen Parametern der Schichten kann der Durchtritt der aromatragernden Moleküle des Tabakrauches durch das Filtermaterial beeinflusst werden. Dabei spielen gegebenenfalls auch die Tabaksorte und bestimmte gewollte Effekte bezüglich des Durchtritts aromatragernder Moleküle (z.B. deren Anzahl) oder andere Parameter mit denen der Tabakgeschmack beeinflusst werden kann, eine Rolle.

In die einzelnen Schichten und/oder in das fertige Filterelement können zusätzliche Filterkanäle eingebracht werden, um z. B. den Durchtritt der aromatragernden Moleküle des Tabaks beeinflussen zu können. Diese Filterkanäle können z.B. durch Nadeln, Wasserstrahlen oder Laser zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Herstellung der Filterelemente ausgebildet werden. Die Anordnung und Dicke der Schichten des Filterelementes ist dafür unerheblich. So können z. B. Stärkeschaumabschnitte zwischengelagert und später der vorgesehenen Verwendung entsprechend gegebenenfalls

mit Zwischenschichten aus Aktivkohle zu Filterelementen zusammengefügt und mit Folie umhüllt werden. Die Filterkanäle können sich in etwa in der Richtung des Gasstromes erstrecken bzw. orientiert sein, wobei aber Abweichungen möglich sind. Die Filterkanäle können ferner zum Teil quer zur Richtung des Tabakgasstromes verlaufen. In diesem Fall können z.B. als Rundfilterstäbe ausgebildete Filterelemente mit einer entsprechenden luftdurchlässigen und/oder perforierten Papierbänderole umwickelt werden oder die Filterkanäle werden in den fertig ausgebildeten und mit einer Bänderole umwickelten Rundfilterstab eingebracht. Die Filterkanäle können eine Größe bzw. Weite von vorzugsweise 50 bis 100  $\mu\text{m}$  aufweisen, und sich bis zu einer bestimmten Tiefe, z.B. von einem oder beiden Enden des Filterelementes bzw. Rundfilterstabes ausgehend, in diesen hinein erstrecken. Die Filterkanäle können ferner in Längsrichtung orientiert sein und sich durch den gesamten Rundfilterstab hindurch erstrecken. Durch die Gestalt, Größe, Anzahl und Anordnung der Filterkanäle kann der Filtereffekt beeinflusst werden.

Bei einer stapelweisen Anordnung der Schichten aus Stärkeschaum und Aktivkohle kann die Aktivkohle als Granulat ausgebildet sein. Der Zusammenhalt der einzelnen Schichten des Filterelementes kann im Wesentlichen durch das Umhüllungsmaterial, z.B. eine Schrumpffolie, gewährleistet werden.

Durch die Einlagerung von Aktivkohle in ein Filtermaterial oder zwischen Schichten eines Filtermaterials aus Stärke und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis wird ein Filterelement geschaffen, in dem die Vorteile beider Materialien vereint sind.

Z. B. ca. 5 Vol.-% Naturfasern (z. B. Baumwollfasern, Cellulosefasern, Hanf) können ähnlich einem Docht im Filterelement angeordnet bzw. darin eingelagert sein und eine Sangwirkung entwickeln, wobei ein zusätzliches Herausfiltern schädlicher Bestandteile aus dem Tabakrauch begünstigt wird.

Stärkeschaum selbst emittiert keine inhalierbaren, flüchtigen Produkte und kann die oben beschriebenen gegebenenfalls freigesetzten Kohlepartikel adsorbieren. Beim Zuschnitt der Zigarettenfilter an den Schnittstellen anhaftende Stärkeschaumpartikel bzw. Stärkefaserpartikel sind gesundheitlich unbedenklich, da sie biologisch abbaubar sind. In

einer Umgebung mit entsprechendem Feuchtigkeitsgehalt nehmen die Stärkepartikel oder -fasern die Feuchtigkeit auf bzw. binden diese. Die Parameter der verwendeten Stärkewerkstoffe können bei deren Herstellung so eingestellt werden, dass der Feuchtigkeitsgehalt von Atemluft in der Lunge ausreicht, um gegebenenfalls freigesetzte Stärkepartikel oder Stärkefasern, an denen ggf. Aktivkohlepartikel und Toxine haften, zu binden bzw. zu lösen und während des Ausatmens die Stärkepartikel und -fasern zusammen mit der Atemluft wieder aus der Lunge herauszubefördern. Somit kann eine Ansammlung in der Lunge bei der Inhalation von Tabakrauch verhindert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Figur 1: ein Verfahrensschema der Filterherstellung aus Stärkeschaum,

Figur 2: Längsschnitte einzelner Filterelemente,

Figur 3: einen Längsschnitt einer Zigarette mit einem erfindungsgemäßen Filterelement.

Gemäß vorliegender Erfindung werden zur Herstellung eines Filterelementes Stärkewerkstoffe mit thermoplastischen Eigenschaften verwendet, die eine Verarbeitung nach Anpassung der Betriebsbedingungen, beispielsweise im "Melt-blown"-Verfahren oder Spinnfließverfahren ermöglichen. Verfahren, die für die vorliegende Erfindung anwendbar sind, werden beispielsweise in der EP 861 036 ausführlich erläutert. In den dort vorgestellten Verfahren können mit Hilfe von Extrusionsanlagen und speziellen Düsen hochfeine Fasern als endlose Fäden (Filamente) ausgetragen, durch Luft verwirbelt und entweder verstreckt (um die Festigkeit zu erhöhen) und anschließend gekräuselt werden (Spinnfließverfahren) oder nicht verstreckt werden, um eine weiche, flauschige Struktur mit großer Oberfläche zu erzielen (Melt-blown-Verfahren).

Bei der Herstellung eines Filtermaterials für ein erfindungsgemäßes Filterelement nach dem Spinnfließverfahren werden zunächst die extrudierten Fasern versponnen und zu einem Faserbündel zusammengefasst und nach dem Ziehen durch Kompressionswalzen zu einem Endlosfilter ausgeformt. In einem Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen

Filterelemente aus Stärkepolymerfasern erfolgt eine abschließende Formgebung in einer Konfigurationsanlage, wobei der Endlosfilter gegebenenfalls nochmals einer Stauch-, Kräuselmaschine zugeführt und in einer Filterstabmaschine zu einzelnen Filterabschnitten verarbeitet wird.

Zur Herstellung von Stärkeschaum durch Extrusion wird die Stärke vorzugsweise in einem Zweiwellenextruder Continua 37® unter Druck und Temperatur gelatinisiert, destrukturiert und als Schaumstrang ausextrudiert. Wie in Figur 1 schematisch dargestellt, wird in einer Extrusionsanlage 3 Stärkeschaum 20 aus einem Ausgangsgemisch 2 von Stärke, vorzugsweise nativer Kartoffelstärke, und plastifizierenden und filmbildenden Additiven durch thermische und mechanische Energieeinleitung verdichtet, gegebenenfalls modifiziert, plastifiziert und durch Temperatur- und Druckabfall expandiert und in einem Kompressionsschritt verdichtet, wobei er in einer Kalandranlage 22 zu einem Endlosfilter 7 verarbeitet wird. Dabei wird ein aufgeschäumtes Rundprofil in einem Durchmesser von 10 mm hergestellt und im Formatierungsprozess auf einen Durchmesser von 7,8 mm kalibriert. Das spezifische Raumgewicht des Schaumfilterstranges beträgt z. B. ca.  $12 \text{ kg/m}^3$ . Der extrudierte Stärkeschaum 20 ist im wesentlichen offenporig, so dass das aufgeschäumte Filtermaterial aus destrukturierter Stärke mit einem kristallinen Anteil von weniger als 5 % in der Lage ist, die im Tabakrauch enthaltenen Flüssigkeiten und flüssigen Schadstoffe, wie Kondensat und Teerprodukte, zu adsorbieren, wobei der Stärkeschaumstoff selbst keine inhalierbaren, flüchtigen Produkte in den Tabakrauch emittiert.

Die weitere Formgebung und Vereinzelung zu kurzen Filterstäben bzw. Filterabschnitten 1 erfolgt in einer Konfigurationsanlage 8. Nach der Erfindung wird der Endlosfilter zu Filterabschnitten zugeschnitten und zu einem Filterelement bzw. Zigarettenfilter mit einem stapelförmigen Aufbau von Filterabschnitten auf Stärkebasis gegebenenfalls im Wechsel mit Aktivkohleschichten (wie in Figur 3 dargestellt) verarbeitet.

Obwohl nach der Erfindung ein Extrudat mit luftdurchlässiger Konfiguration ausgebildet wird, ist für die Luftdurchlässigkeit ein großer Bereich möglich. So kann das Extrudat im wesentlichen offenporig ausgebildet sein, so dass eine hohe Luftdurchlässigkeit zu erwarten ist. Ebenso kann das Extrudat teilweise geschlossenporig ausgebildet und die

- Luftdurchlässigkeit entsprechend niedrig sein. Um das Filtermaterial für Tabakrauchfilter auf bestimmte Filtereigenschaften einzustellen, können zusätzliche Filterkanäle in geeigneter Anzahl und Größe eingebracht werden

Nach der Erfindung können in ein Filtermaterial aus einem Stärkewerkstoff die Filterkanäle durch Nadeln, Wasserstrahlen oder mittels Laserstrahl eingebracht werden. In einem schichtweise aufgebauten Filterelement (Rundfilterstab) werden die Dicke jeder Filterschicht aus Stärkewerkstoff und gegebenenfalls Aktivkohle und die Lasertiefe, die der Kanallänge entspricht, aufeinander abgestimmt. Obwohl ein Filtermaterial aus einem geschäumten Stärkewerkstoff offenporig ausgebildet sein kann, können zusätzlich eingebrachte Filterkanäle die vorteilhaften Eigenschaften, wie die Adhäsionseigenschaften, dieses Filtermaterialies verstärken. Ferner besitzt beispielsweise ein Filtermaterial aus Stärkepolymerfasern verbesserte Adhäsionseigenschaften der zu filternden Schadstoffteilchen im Tabakrauch. Ein Filtermaterial aus einem faserigen Stärkewerkstoff kann zu Stapelfasern zugeschnitten werden, wobei die Enden der kurzen Fasern beispielsweise in zusätzlich in das Filtermaterial eingebrachte Filterkanäle hineinragen und so die Filtereigenschaften weiter verbessert werden können. Die Figur 3 zeigt einen Längsschnitt einer Zigarette 10 mit einem Filterelement 1, wie es gemäß einem in Figur 1 dargestellten Verfahren hergestellt wird, wobei ein Tabak 11 enthaltender Abschnitt und ein das Filterelement 1 enthaltender Abschnitt mit Zigarettentpapier 12 umwickelt und verbunden sind sowie das Filterelement 1 und der Übergangsbereich zum den Tabak 11 enthaltenden Abschnitt mit einer weiteren Banderole 13 zur Verstärkung umhüllt sind. Das Filterelement 1 ist stapelförmig aufgebaut (vgl. Figur 2), wobei Schichten aus Stärkeschaum 20 und Schichten aus Aktivkohle 21 abwechselnd angeordnet sind.

Die Verfahrensbedingungen und Rezepturen zur einstufigen Verfahrensgestaltung und Herstellung eines im wesentlichen elastischen komprimierbaren Filtertows aus Stärkeschaum mit einer offenporigen Schaumstruktur, wie in der EP 861 036 vorgestellt, können für die Zwecke der vorliegenden Erfindung verwendet werden.



## **PATENTANSPRÜCHE**

1. Filterelement zur Herstellung von Tabakrauchfiltern mit einem Filtermaterial, das im wesentlichen Stärke und/oder eine Polymermischung auf Stärkebasis enthält und in Richtung des Gasstromes offene Poren und/oder Filterkanäle aufweist.
2. Filterelement nach Anspruch 1 mit vorzugsweise durchgehenden Filterkanälen im wesentlichen in Richtung des Gasstroms, wobei der Durchmesser der Filterkanäle vorzugsweise im Bereich von 50 bis 100  $\mu\text{m}$  liegt.
3. Filterelement nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Stärke und/oder die Polymermischung ein Trägermaterial für Aktivkohle (21) bildet.
4. Filterelement nach Anspruch 1 oder 2 mit abwechselnd aufeinanderfolgenden Schichten des Filtermaterials aus Stärke und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis und aus Aktivkohle (21).
5. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Filtermaterial aus Stärke und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis ein Schaumstoff (20) oder ein Faserstoff ist.
6. Filterelement nach Anspruch 4 oder 5, wobei die Schichten stapelweise quer zur Richtung des Gasstromes angeordnet sind.
7. Filterelement nach Anspruch 5 oder 6, wobei der Schaumstoff (20) oder der Faserstoff ein Trägermaterial für ein Aktivkohlepulver (21) bildet.
8. Filterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7 enthaltend Naturfasern, wie Cellulosefasern, Hanf oder Baumwollfasern, vorzugsweise in einer Menge von etwa 5 Vol.-%.

9. Verfahren zur Herstellung eines Filterelements nach einem der Ansprüche 1 bis 8 mit den Schritten:

- a) kontinuierliches Zuführen einer dosierten Mischung aus Stärke und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis sowie weiteren Additiven in eine Extruderanlage,
- b) Erhitzen und Kneten der Mischung unter einem definierten Temperatur- und Druckregime zur Ausbildung einer Schmelze,
- c) Extrudieren der Schmelze durch eine Düse,
- d) Ausbilden eines Extrudates mit luftdurchlässiger Konfiguration,
- e) Komprimieren des Extrudates und Ausbilden eines Filtermaterials als Endlosfilter (7),
- f) Vereinzeln des extrudierten Filtermaterials zu Abschnitten und
- g) Ausbilden eines Filterelementes (1) aus mindestens einem Filtermaterialabschnitt.

10. Verfahren zur Herstellung eines Filterelements nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit den Schritten:

- a) kontinuierliches Zuführen einer dosierten Mischung aus Stärke und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis sowie weiteren Additiven in eine Extruderanlage,
- b) Erhitzen und Kneten der Mischung unter einem definierten Temperatur- und Druckregime zur Ausbildung einer Schmelze,
- c) Extrudieren der Schmelze durch eine Düse,
- d) Ausbilden eines Extrudates mit luftdurchlässiger Konfiguration,

e) Komprimieren des Extrudates und Ausbilden eines Filtermaterials als Endlosfilter (7),

f) Vereinzeln des extrudierten Filtermaterials zu Abschnitten und

g) Ausbilden eines Filterelementes (1) aus zwei oder mehr Filtermaterialabschnitten und mit jeweils einer Aktivkohleschicht (21) zwischen aufeinanderfolgenden Filtermaterialabschnitten.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei vor dem Ausbilden des Filterelements (1) Filterkanäle in die Filtermaterialabschnitte eingebracht werden.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Filterkanäle durch Wasserstrahlen, Nadeln oder mittels Laserstrahl ausgebildet werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei das Filtermaterial aus Stärkeschaum, biopolymeren Folien oder Stärkepolymerfasern gebildet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei die weiteren Additive Polyvinylalkohol, Polyesteramid und/oder Polyesteruretan, Polymilchsäure (PLB), Polyhydroxibuttersäure (PHB), ein Fließhilfsmittel sowie gegebenenfalls ein Treibmittel sind.

## **Zusammenfassung**

### **Filterelement**

Bei Filtertows bzw. Filtermaterialien zur Herstellung von Filtern für Raucherwaren sollen die gesundheitlichen Risiken, die sich aus der Freisetzung von Filterbestandteilen und der äußeren Kontamination von Zigaretten mit Filterbestandteilen ergeben, vermieden oder zumindest verringert werden. Nach der Erfindung wird ein Filterelement aus einem Stärkewerkstoff und/oder einer Polymermischung auf Stärkebasis mit Poren und/oder Filterkanälen sowie gegebenenfalls darin eingelagerten Aktivkohleschichten hergestellt. Derartigen Filtermaterialien gegebenenfalls anhaftende oder beim Rauchen freigesetzte Filterpartikel können in einer Umgebung mit entsprechendem Feuchtigkeitsgehalt gelöst werden. Sie kommen für gesundheitsschädigende Wirkungen nicht in Betracht.

### **Figur 3**

Fig. 3

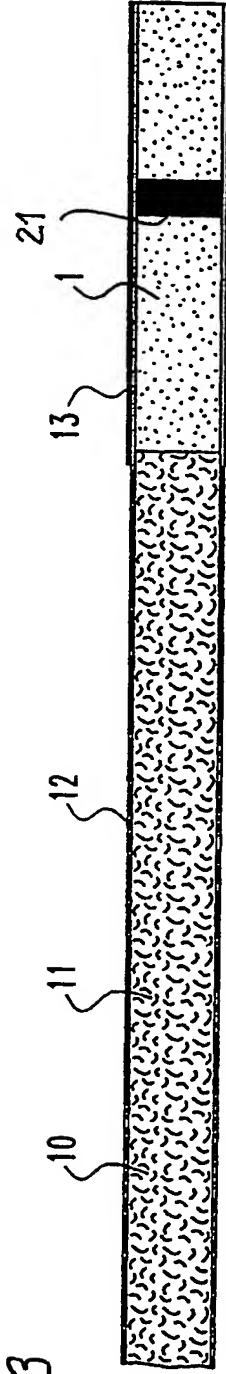


Fig. 1

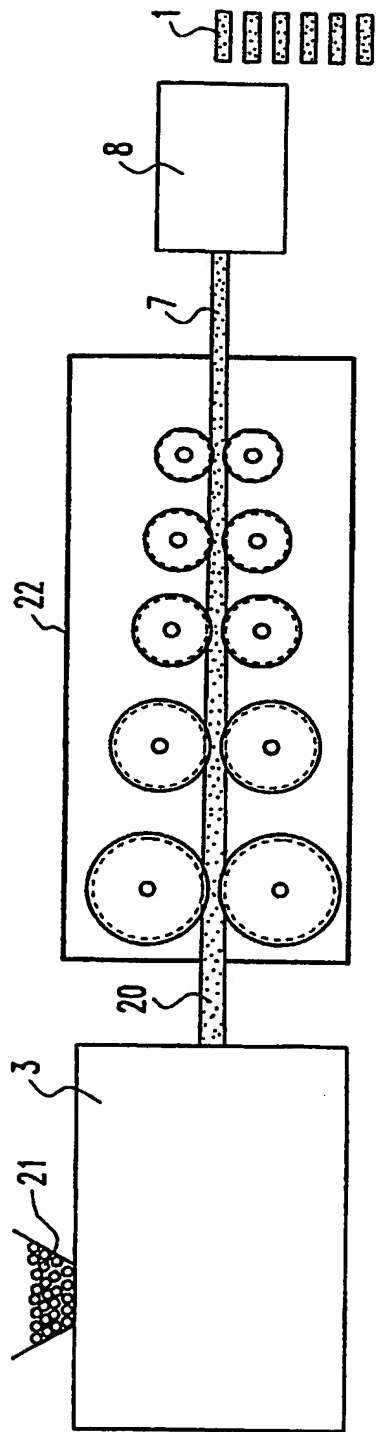


Fig. 2



Fig. 3

